

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-314281  
(43)Date of publication of application : 25.10.2002

(51)Int.CI.

H05K 7/20  
H01L 23/473  
H01L 25/07  
H01L 25/18  
H02M 7/48

(21)Application number : 2001-116300

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 16.04.2001

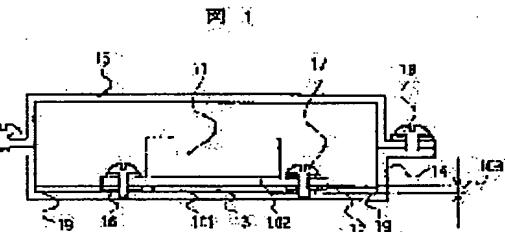
(72)Inventor : TANBA AKIHIRO  
NAKAMURA TAKAYOSHI  
SAITO RYUICHI  
OKAMURA HISANORI

## (54) ELECTRIC SYSTEM WITH COOLING WATER CHANNEL

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a cooling water structure which enables to increase the flow rate and suppress the increase in pressure loss and to increase the reliability of a power semiconductor module without increasing the amount of a cooling water.

**SOLUTION:** An electric system comprises a case which is partially fallen, a board having an opening which is bonded to the case, and a cooling water channel which is so disposed as to close up the opening of the board and whose rear face is constituted of a flat power semiconductor module. The opening of the board exists in an unfallen part of the case, and the fallen part of the case is covered by other part of the board than the opening. Due to this structure, a narrow water channel defined by the thickness of the board and a deep water channel formed by the fallen part of the case are connected to each other, causing the cooling water to flow at a high flow rate in the narrow channel to cool the power semiconductor module.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-314281

(P2002-314281A)

(43) 公開日 平成14年10月25日 (2002. 10. 25)

(51) Int.Cl.  
 H 05 K 7/20  
 H 01 L 23/473  
 25/07  
 25/18  
 H 02 M 7/48

識別記号

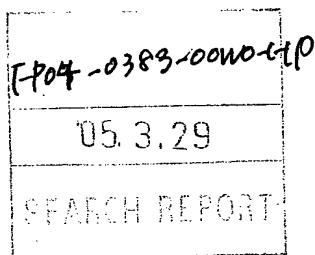
F I  
 H 05 K 7/20  
 H 02 M 7/48  
 H 01 L 23/46  
 25/04

テマコード(参考)  
 P 5 E 3 2 2  
 Z 5 F 0 3 6  
 Z 5 H 0 0 7  
 C

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-116300(P2001-116300)

(22) 出願日 平成13年4月16日 (2001. 4. 16)



(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所  
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地(72) 発明者 丹波 昭浩  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内(72) 発明者 中村 卓義  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内(74) 代理人 100075096  
弁理士 作田 康夫

最終頁に続く

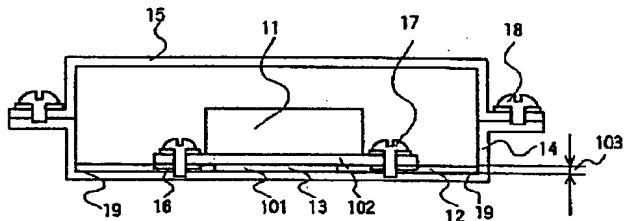
(54) 【発明の名称】 冷却水路を備えた電気装置

(57) 【要約】

【課題】冷却水の水量を増大させずに、流速の増大、圧力損失増大の抑制、パワー半導体モジュール信頼性向上を達成する冷却水構造を提供する。

【解決手段】本発明の電気装置は、部分的に壅んだ領域を持つケースと、該ケースに接着される、開口部を有する板と、該開口部を有する板の開口部を塞ぐように配置される、裏面が平面のパワー半導体モジュールとからなる冷却水路を備え、前記ケースの壅でない部分に前記開口部が存在し、前記ケースの壅んだ領域は、前記板の開口部以外の部分で覆われる。以上より前記板の板厚で規定される狭い水路と、前記ケースの壅んだ領域で構成される深い水路とが接続され、該狭い水路に高速で冷却水が流れることにより、前記パワー半導体モジュールが冷却される。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】冷却水が給水される給水口と、冷却水が排水される排水口と、該給水口と排水口とに接続される、基準底面より窪んだ領域を持つ一体部品であるケースと、該ケースに接着される、開口部を有する板と、該開口部を有する板の開口部に裏面が接触し、該開口部を塞ぐように配置される裏面が平面の発熱体、とからなる冷却水路を備えた電気装置において、前記窪んだ領域を持つケースの基準底面上に、前記開口部を有する板の開口部を有し、少なくとも開口部の 2 辺の一部が前記窪んだ領域と重なり、前記ケースの窪んだ領域は、前記開口部が存在する板の開口部以外の部分で覆われていて、前記開口部を有する板の板厚で規定される狭い水路と、前記ケースの窪んだ領域で構成される深い水路とが接続され、さらに、前記ケースの窪んだ領域に前記給水口若しくは排水口が接続され、冷却水が該水路に給水口から排水口へと流れることにより、狭い水路に流れる冷却水で前記発熱体が冷却されることを特徴とする冷却水路を備えた電気装置。

【請求項 2】請求項 1において、前記基準底面より窪んだ領域を持つケース、及び、前記開口部を有する板は金属で形成され、前記裏面が平面の発熱体は、少なくとも MOSFET, IGBT 等のパワー半導体を備えたパワー・モジュールであることを特徴とする冷却水路を備えた電気装置。

【請求項 3】請求項 2において、前記基準底面より窪んだ領域を持つケース、及び、前記開口部を有する板を構成する金属はアルミニウム、あるいはアルミニウム合金であって、前記パワー・モジュールの裏面を構成するモジュールベース材は、銅、または、アルミニウム、もしくは、それらの合金であることを特徴とする冷却水路を備えた電気装置。

【請求項 4】請求項 3において、前記基準底面より窪んだ領域を持つケースは、アルミニウムダイカストで形成されることを特徴とする冷却水路を備えた電気装置。

【請求項 5】請求項 3において、前記開口部を有する板の板厚は 5mm 以下であることを特徴とする冷却水路を備えた電気装置。

【請求項 6】請求項 3において、前記開口部を有する板は、平板であることを特徴とする冷却水路を備えた電気装置。

【請求項 7】請求項 2において、前記基準底面より窪んだ領域を持つケース、及び、前記開口部を有する板は、少なくとも、該開口部を有する板の周囲の溶接で接着されることを特徴とする冷却水路を備えた電気装置。

【請求項 8】請求項 7において、前記基準底面より窪んだ領域を持つケースの基準底面の表面と、前記開口部を有する板表面の溶接される部分の高さは同一であることを特徴とする冷却水路を備えた電気装置。

【請求項 9】請求項 2において、前記基準底面より窪んだ領域を持つケース、及び、前記開口部を有する板は、少なくとも、該開口部を有する板の周囲のロ一材で接着されることを特徴とする冷却水路を備えた電気装置。

【請求項 10】請求項 9において、前記基準底面より窪んだ領域を持つケースと、前記開口部を有する板を接着するロ一材は、共晶はんだ等、融点が 500°C 以下の低融点ロ一材であることを特徴とする冷却水路を備えた電気装置。

【請求項 11】請求項 2において、前記基準底面より窪んだ領域を持つケース、及び、前記開口部を有する板は、少なくとも、該開口部を有する板の周囲をガスケットを使用したネジ止めで接着されることを特徴とする冷却水路を備えた電気装置。

【請求項 12】請求項 2において、前記基準底面より窪んだ領域を持つケース、及び、前記開口部を有する板は、少なくとも、該開口部を有する板の周囲を有機系の接着材で接着されることを特徴とする冷却水路を備えた電気装置。

【請求項 13】少なくとも冷却水が給排水される給排水口と、該給排水口に接続される貫通穴を持つ一体部品であるケースと、該ケースの表裏両面に接着される開口部を有する板と、該開口部を有する板の開口部に裏面が接触し該開口部を塞ぐように配置される裏面が平面の発熱体、とからなる冷却水路を備えた電気装置において、前記貫通穴を持つケースの貫通穴の開いていない領域の表裏両面上に、前記開口部を有する板の開口部が存在し、少なくとも開口部の 2 辺の一部が前記窪んだ領域と重なり、前記貫通穴領域の表裏両面は、前記開口部が存在する板の開口部以外の部分で覆われていて、

前記開口部を有する板の板厚で規定される前記貫通穴を持つケースの表裏両面に形成される狭い水路と、前記ケースの貫通穴領域で構成される深い水路とが接続され、さらに、前記ケースの貫通穴領域に前記給排水口が接続され、冷却水が該水路に給排水口を通して流れることにより狭い水路に流れる冷却水で前記発熱体が冷却されることを特徴とする冷却水路を備えた電気装置。

【請求項 14】請求項 13において、前記貫通穴を持つケースはアルミニウムダイカスト、前記開口部を有する板はアルミニウムで形成され、前記裏面が平面の発熱体は、少なくとも MOSFET, IGBT 等のパワー・半導体を含んだパワー・モジュールであることを特徴とする冷却水路を備えた電気装置。

【請求項 15】少なくとも冷却水が給排水される給排水口と、該給排水口に接続される表裏面の基準面よりも窪んだ、貫通しない表裏両面の穴、及び、表裏面への貫通穴を持つ一体部品であるケースと、該ケースの表裏両面に接着される開口部を有する板と、該開口部を有する板の開口部に裏面が接触し、該開口部を塞ぐように配置される裏面が平面の発熱体、とからなる冷却水路を備えた

電気装置において、

前記ケースの窪んでいない領域、及び、貫通穴の開いていない領域の表裏両面上に、前記開口部を有する板の開口部が存在し、少なくとも開口部の2辺の一部が前記窪んだ領域と重なり、前記ケースの窪んだ領域、及び、貫通穴領域の表裏両面は、前記開口部が存在する板の開口部以外の部分で覆われていて、

前記開口部を有する板の板厚で規定される前記ケースの表裏両面に形成される狭い水路と、前記ケースの窪んだ領域及び貫通穴領域で構成される深い水路とが接続され、さらに、前記ケースの窪んだ領域に前記給排水口が接続され、冷却水が表裏面の片面より該水路に給水され、もう一方の面より排水されることにより狭い水路に流れる冷却水で前記発熱体が冷却されることを特徴とする冷却水路を備えた電気装置。

【請求項16】請求項15において、前記表裏両面の窪んだ穴、及び、貫通穴を持つケースはアルミニウムダイカスト、前記開口部を有する板はアルミニウムで形成され前記裏面が平面の発熱体は、少なくともMOSFET, IGBT等のパワー半導体を含んだパワーモジュールであることを特徴とする冷却水路を備えた電気装置。

【請求項17】少なくとも冷却水が給排水される給排水口と、該給排水口に接続される基準底面より窪んだ領域を持つ一体部品であるケースと、該ケースに接着される開口部を有する板と、該開口部を有する板の開口部に裏面が接触し、該開口部を塞ぐように配置される裏面が平面の発熱体、とからなる冷却水路を備えた電気装置において、

前記窪んだ領域を持つケースの基準底面の表面を底面、前記開口部を有する板の開口部側面を側面、前記発熱体の裏面を上面とする前記開口部を有する板の板厚で規定される狭い水路に流れる冷却水で前記発熱体が冷却されることを特徴とする冷却水路を備えた電気装置。

【請求項18】請求項3において、前記開口部を有する板の板厚で規定される狭い水路と、前記ケースの窪んだ領域で構成される深い水路との断面積の比は1:4以上であることを特徴とする冷却水路を備えた電気装置。

【請求項19】請求項8において、同一高さである前記基準底面より窪んだ領域を持つケースの基準底面の表面と、前記開口部を有する板表面の溶接部分の接合界面に、大気中、または、水中で溶接ツールを接触させて摩擦掻拌することにより接合したことを特徴とする冷却水路を備えた電気装置。

【請求項20】請求項3において、前記電気装置は、直流を交流に変換するインバータであり、前記基準底面より窪んだ領域を持つケースは、該インバータケースの一部を構成することを特徴とする冷却水路を備えた電気装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、IGBT等の高発熱パワー素子を備えた電気装置の水冷構造に関し、特に、冷却水路を備えたインバータ装置等に関する。

【0002】

【従来の技術】ハイブリッド電気自動車用モータ等、大出力モータを制御するインバータの冷却は、水冷が一般的である。従来の水冷構造の模式図を図3、図4に示す。図3は、インバータケース33の外側にフィン32を形成し、底蓋34とで冷却水が循環する水路13を形成した例である。パワーモジュール35の放熱は、熱伝導グリース31でパワーモジュール35の金属ベース36を水路13上に接触させて行っている。従って、本実施例の場合、いわゆる間接冷却のため、水冷とすることで空冷と比べて大幅に高熱伝達を達成しているにもかかわらず、金属部材と比べて熱伝導率の極めて低い熱伝導グリース31部で大幅に温度上昇してしまう欠点がある。

【0003】図4に示す従来例は、フィン44をパワーモジュール40の金属ベース45に設け、ケース41の開口部43よりケース41の外へ出し、直接冷却水を当てたベース直冷構造である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】前記従来の水冷構造には、システム構成、及び、信頼性の面で以下の問題がある。半導体チップジャンクションから冷却水への熱抵抗、 $R_{th}(j-w)$ を低減するためには、熱伝達を向上させる必要があり、そのためには、冷却水の流速を速くして熱伝達率、 $h$ を大きくすることが知られている。しかしながら、冷却水の水量が増大し、冷却水を循環させるポンプの負担が大きくなる。結果として、ポンプ能力を増大させる必要が生じる。このことは、ポンプ体格の増大をもたらし、例えば、電気自動車のように、設置スペース、重量に厳しい制約がある場合には致命的となる。また、搭載されるパワーモジュール35、40の数が増大すると、流量の増大に伴い圧力損失も顕著に増大し、ますますポンプ能力増大の必要が生じる。

【0005】次に、図4に示したベース直冷構造固有の課題を以下に示す。従来、図3のパワーモジュール35のように、モジュールの金属ベース36は平板である。しかし、ベース直冷構造とするために、モジュール40において、金属ベース45にはフィン44が形成されている。通常、金属ベース45上には、パワーチップと金属ベース45を絶縁するために、窒化アルミ等のセラミック基板がはんだ接着される。このはんだには、パワーチップの発熱、冷却の繰り返しによる温度ストレスで歪みが発生し疲労する。この疲労は、金属ベース45の線膨張係数、剛性が高いほど、はんだに発生する歪みが大きくなるため顕著になる。従って、金属ベース45のように、フィン44が形成されると、剛性が高くなり、はんだ歪みは大きくなる。低熱抵抗化は、パワーチップの

ジャンクション温度を最大定格よりも低く押さえるとともに、熱的に変動する温度範囲、 $\Delta T$ を小さくして高寿命化するのが目的である。従って、金属ベースにフィンをつけることにより低熱抵抗化しても、ベースの剛性が増大し、はんだ歪みが増大すると、フィンによる低熱抵抗化の効果は大幅に低減してしまう。このことは、使用環境が過酷で、しかも要求寿命も大きい、電気自動車用としては不適である。

【0006】また、パワーモジュールの製造面では以下の問題がある。平板にフィンを加工することは大幅な製造コストアップをもたらす。はんだ歪みを低減するためには、線膨張係数が小さい材料、例えばアルミニウムSiC等の材料にフィンを形成することが提案されており、この場合、コストアップは特に顕著である。さらに、フィンが存在すると、平板よりも温度プロファイル管理が困難なため、セラミック基板のはんだ接着も困難になる。以上のコストアップは装置の広い普及には障害となる。

【0007】本発明は上記の問題点を鑑みてなされたものであり、冷却水量の増大を抑制しながら、流速を増大でき、かつ、圧力損失の増大も抑制できる、さらにはモジュールの信頼性をも向上できる冷却水路構造を提供することが目的である。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するための本発明を、図1、図2を使用して説明する。冷却水の流速が増大すると、前述のように熱伝達率、 $h$ は増大する。その結果、一定熱量を一定温度差で伝達するのに必要な熱伝達面積は減少していく。すなわち、熱伝達を向上させるのに熱伝達面積増大の効果は減少する。このことは、フィンを形成する効果は減少することを意味する。発明者は、この点に着目し、図1の断面構造模式図に示す水冷構造を考案した。フィンの効果を期待せず、図4に示すモジュール40の金属ベース45に形成してあったフィン44を削除し、平板の金属ベース102としている。流速の増大に伴う流量増大の抑制は、フィンを削除した分、水路深さ103を大幅に減少させて達成している。従来、このような浅い水路を同一ケース中に複数作製することは極めて困難であった。本発明では、ケース14に、開口部101を作製した金属板12を接着（接着箇所：19）することで、水路13の形成を容易に達成している。

【0009】図2はモジュール11を搭載していない部分の断面構造模式図である。本発明のように流路断面積の極めて小さい部分に高速で冷却水を流す場合には、圧力損失の増大が問題となる。しかしながら、本発明では、モジュール11を搭載していない部分のケース14の形状を図のように深く窪ませることで深い冷却水路20を深くしており、損失増大を抑制している。

【0010】また、本発明では、平板のベース102に

高速な冷却水を当てて、従来のフィン付きベース45と同程度の低熱抵抗を実現できるので、フィンを削除してベースの剛性を低下させることができる。結果として、前述したはんだ信頼性を向上することができる。もちろん、フィン加工が必要なくなるので、ベースの製造コストも大幅に低減することができ、さらには、モジュール製造コストも低減できる。

#### 【0011】

【発明の実施の形態】本発明の実施例を、以下図面を使用して詳細に説明する。

【0012】（実施例1）図5、図6、図7、図8を使用して本実施例について説明する。本実施例は50KWクラスのインバータのパワーハーネスに本発明を適用した場合である。

【0013】図5は、モジュール搭載前のインバータケースの構造を示す。底面の大きさは、27cm×22cm、高さは4.5cmである。板厚2mmのアルミニウム板を、押出し加工でケース50を製造している。搭載される6個のモジュール用水路の接続用、及び、給排水路用に7箇所の水路20が形成されている。本水路の形状は、深さ1.5cm、幅1.5cmである。開口部付金属板12はアルミニウム板51で製造しており、板厚は1mmである。開口部101は前述のように6個のモジュールが搭載されるため、6箇所形成されている。さらに、各モジュールの4箇所をM5のネジで取り付けるために、開口部101の周囲には合計24箇所の取付穴52が形成されている。55は給排水管であり、6個のモジュール用の水路を直列に接続し、冷却する構造となっている。なお、開口部付アルミニウム板51は、構造を分かりやすくするために、透視図で表現している。水路20を構成していない窪み53は、モジュール以外の部品、例えば電解コンデンサ等を搭載するためのスペースである。アルミニウム板51とケース50は、アルミニウム板51の外周54を溶接して接着している。他の領域は特に接着はしていないが、モジュール取付けにより密着されるため水漏れの心配はない。もちろん、その他の箇所を何らかの方法で接着しても構わない。図5ではモジュールを搭載していないため、狭い冷却水路13は、まだ形成されていない。

【0014】図6は、開口部付アルミニウム板51を搭載する前のアルミニウム押出ケース50の形状図、図7は開口部付アルミニウム板51の形状図である。水路20を形成するための窪み61がケース50には形成され、また、モジュール取付け用ネジ穴60が24箇所形成されている。さらに、アルミニウム板51が搭載される領域は、アルミニウム板厚1mm分全体に窪んでいる。本実施例では、ネジ穴60部の板厚はケース50の板厚2mmであるが、ネジ締付けの信頼性等を考慮して、この部分の肉厚を厚くする、または、ケース50裏面にナットを溶接する、等の手段をとっても構わない。

【0015】アルミニウム板51の大きさは23cm×13cmであり、モジュール取付用ネジ穴70が24箇所形成されている。外周の形状は、溶接しやすいように滑らかな形状になっている。

【0016】図8はモジュール取付け後の形状図である。電圧／電流定格、600V/400Aの1アームIGBTモジュール80が6個取り付けられている。取付ネジ81は前述のようにM5である。図示していないが、各モジュール底面のケースに密着する部分には、液状ガスケット、いわゆる室温硬化樹脂が塗布され、冷却水をシールしている。本構造で、水路20のみでなく、狭い冷却水路13も形成される。モジュール80内部は記述していないが、金属ベースは厚さ1mmの銅板であり、信頼性の高い構造となっている。また、端子82、83、84、85は各々コレクタ、エミッタ、ゲート、補助エミッタ端子であり、外部基板へ接続される。

【0017】構成された水路に、5リットル／分の冷却水を流したときの圧力損失を測定すると、18KPaであり、深い冷却水路20が無い場合の圧力損失は計算上、100KPaを超える。また、モジュールベースと冷却水間の熱抵抗、Rth(c-w)、即ち、主として熱伝達の熱抵抗は、測定結果0.06°C/W(流速の計算値は3m/s)であった。従来構造の典型的な値である、フィン長さ6mmで流速1.5m/sの場合、Rth(c-w)は0.1°C/Wであり、本構造の有効性が確認できた。

【0018】本実施例では、アルミニウム板51の板厚は1mmであったが、板厚はもちろん2mm、3mmと厚くしても構わない。あるいは、剛性が保てる範囲で0.5mm等と薄くしても構わない。さらには、ケース50、アルミニウム板51の材質は銅であっても構わない。

【0019】また、エチレングリコールを主成分とする冷却水を流す場合、水路の腐食が問題となる可能性ある。そこで、ケース50の冷却水が当たる部分、及び、必要に応じ、アルミニウム板51の同じく冷却水の当たる部分にエポキシ樹脂、ガラス等の防食材を塗布しても良い。

【0020】(実施例2)図9は、ケース90をアルミニウムダイカストで製造した場合の実施例である。ケースをアルミニウム押し出し加工で製造した実施例1の場合、製造コストを低減するためには板厚を薄くしなければならない。板厚増大に伴いプレス加工が困難になり、製造タクトが増大してしまうためである。この場合、システムによっては、ケースの強度が不十分になる場合がある。例えば、電気自動車のように、激しい振動中に配置される環境の場合等である。本実施例は、このことに対処した実施例である。深い水路20用の窪みと、回路部品を搭載するための窪み53以外、肉厚は約1.7mmと厚くなっており、強度は飛躍的に増大している。

【0021】アルミニウムダイカストの場合、部材中に

ボイドが存在し、高温にさらされると本ボイドが膨らみ破裂する問題がある。つまり、開口部付アルミニウム板93をケース90にローパー等の手段で接着することは極めて困難である。従って、本実施例では、開口部101以外の部分にガスケット91を配置し、ネジ92で締め付けることにより冷却水シールを達成している。

【0022】ネジ92は、モジュール取付けの障害となるような箇所に配置されている。なお、ガスケット91は樹脂でも良く、また、Oリングでも良い。

【0023】前述したボイドの破裂が問題とならない温度で接着する手段としては、ガスケットネジ締めの代わりに、共晶はんだ等の低融点はんだによる接着でも良い。さらには、水中で摩擦搅拌して接合する場合のように、低温で溶接できる構造でもよい。実施例1、2において、開口部付アルミニウム板51、93表面と、ケース50、90接合面の高さが同一なのは、水中摩擦搅拌接合が適用できるようにするためである。

【0024】(実施例3)これまでの実施例はモータ制御用途の場合であり、1アームモジュールを6個搭載した3相モジュールの場合であった。インバータの用途としては、モータ制御だけではなく、太陽光発電用インバータ等の単相インバータも考えられる。図10は、単相インバータに本発明を適用した場合の実施例である。インバータケース50は実施例1のケースをそのまま使用している。特徴は、開口部付アルミニウム板104である(透視図で表現)。単相インバータのため、必要な2アームの搭載領域のアルミニウム板104を、プレス加工で蓋のように凸形状105として覆い、全体の水路を接続している。凸部の高さは8mmである。高さは搭載される回路の邪魔にならない範囲で高くする方が良い。水路断面積を可能な限り大きくして、圧力損失をできるだけ小さくするためである。実施例1のIGBTモジュールを4個搭載して水路を構成し、5リットル／分の冷却水を流し、圧力損失を測定すると、10KPaであった。板厚はこれまでの実施例と同じく1mmである。

【0025】(実施例4)電流容量が小さい場合には、モジュール単位を1アームにする必要はなく、例えば1相モジュール、さらに小さい場合には3相モジュールとすることが考えられる。図11は1相モジュール3個を搭載して、3相インバータを構成する場合の水路構造の実施例である。これまでの実施例では給排水管55はインバータケースの一辺に配置されていたが、本実施例では対向する2辺に給排水管を各々2本接続している。2本の給水管113、同じく2本の排水管112である。インバータケース111の大きさは22cm×25cmであり、高さはこれまでの実施例と同じ4.5cmである。また、アルミニウム板110の大きさは21cm×13cmである。これまでの実施例では各モジュールについて水路20により一個所で給排水していたが、開口部101を2倍の面積とし、それぞれ一対の水路20で給排水して

いる。モジュール取付穴 52 は、冷却水のシール性を考慮して、各モジュールについて 6箇所としている。本構造で、モジュール裏面の冷却水の流速分布は、1アームモジュールと同程度に均一であると予想される。

【0026】(実施例5)これまでの実施例は、冷却水路の片面のみに被冷却体である IGBT モジュールを配置した例であった。本発明のように、インバータ容量が数十KW~百数十KWの場合、冷却水温はほとんど上昇しない。そこで、パワー密度を増大して装置を小型化することが考えられる。パワー密度を増大する手段としては、冷却装置の両面に IGBT モジュールを配置する、いわゆる両面実装が考えられる。本実施例は、両面実装を実現した例である。図 12 に断面構造模式図を示す。アルミニウムダイカストで製造した水路用ボックス 122 には、貫通穴 124 が設けられている。この水路用ボックス 122 に、これまでの実施例と全く同様に、開口部付アルミニウム板 123 を 2枚、表裏面に接着することにより、深い冷却水路 121 が形成される。さらに、IGBT モジュール 80 を表裏面に搭載することにより、モジュール冷却用の深い冷却水路 13 が形成される。冷却水の流れ方向は図中に矢印 120 で示した。冷却水は表裏面同時に同じ方向に流れる。本断面模式図は、ある一断面を示しており、給水管 113 から給水された冷却水は上端で接続された別の水路に流れ込むことを示している。本構造で、実装面積は 1/2 で、これまでの実施例と同じ熱抵抗を実現できる。

【0027】(実施例6)実施例5と同じく、両面実装の実施例である。断面構造模式図を図 13 に示す。実施例5では、冷却水の流れ方向は水路の両面で同じであったが、本実施例では逆であり、水路の片面から給水管 113 で給水し、もう一方の面の排水管 112 から排水している。すなわち、図示した断面のみで水路は閉じている。アルミニウムダイカストで製造した水路用ボックス 131 の表裏面に、貫通しない水路用窪み 134 を形成し、上端の一個所に貫通穴 133 を形成している。開口部付アルミニウム板 123 を表裏面に接着すると、深い冷却水路 130 が形成され、上端で表裏面の水路が接続される。IGBT モジュール 80 を搭載すると、深い冷却水路 13 が完成する。図 12 と同じように冷却水の流れ方向を矢印 132 で示している。本構造で極めてコンパクトな実装構造を実現できた。

#### 【0028】

【発明の効果】本発明によれば、部分的に深い窪みを形成したケースに、開口部を有する板を接着することで、開口部を有する板の板厚で規定される深い水路と、深い窪みで形成される深い水路とを容易に接続できる。このことは、冷却水の流量、及び、圧力損失の増大を抑制しながら、流速を増大できる効果がある。

【0029】また、上記深い窪みを貫通穴に変え、開口

部を有する板を両面に接着することで、ケース両面に深い水路を容易に形成する効果もある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の冷却水路構造を示す断面模式図。

【図 2】本発明の冷却水路構造を示す断面模式図でモジュール非搭載部を示す。

【図 3】従来技術の水冷構造を示す断面構造模式図。

【図 4】別の従来技術の水冷構造を示す断面構造模式図。

【図 5】実施例 1 のモジュール搭載前のインバータケースの説明図。

【図 6】図 5 のインバータケースにアルミニウム板を接着する前の説明図。

【図 7】図 5 の開口部付きアルミニウム板の形状の説明図。

【図 8】図 5 のインバータケースに 1アームモジュールを搭載し、狭水路を形成した説明図。

【図 9】実施例 2 のアルミニウムダイカストケースの説明図。

【図 10】実施例 3 の単相インバータケースの説明図。

【図 11】実施例 4 の一相モジュールを 3 個搭載した場合の説明図。

【図 12】実施例 5 の水路の両面にモジュールを配置して冷却する場合の説明図。

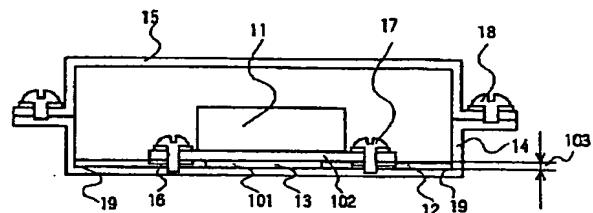
【図 13】実施例 6 の水路の両面にモジュールを配置して冷却する場合の説明図。

#### 【符号の説明】

11, 35, 40…パワーモジュール、12…開口部付金属板、13…深い冷却水路、14, 33, 41…ケース、15…上蓋、16…ガスケット、17, 81…モジュール取付ネジ、18…ケース取付ネジ、19…金属板接合個所、20, 121, 130…深い冷却水路、31…熱伝導グリース、32, 44…フィン、34…ケース底蓋、36, 45, 102…モジュール金属ベース、42…Oリング、43…ケース開口部、50, 111…アルミニウム押出し加工インバータケース、51, 93, 104, 110, 123…開口部付アルミニウム板、52…モジュール取付穴、53…窪み、54…アルミニウム板の外周、55…給排水管、60, 70…モジュール取付用ネジ穴、61…水路用ケース窪み、80…1アーム IGBT モジュール、82…コレクタ端子、83…エミッタ端子、84…ゲート端子、85…補助エミッタ端子、90…アルミニウムダイカストケース、91…ガスケット、92…アルミニウム板締付ネジ、101…金属板開口部、103…冷却水路深さ、105…開口部付アルミニウム板凸部、112…排水管、113…給水管、120, 132…冷却水の流れ方向、122, 131…水路用アルミニウムダイカストボックス、124, 133…水路用貫通穴、134…水路用窪み。

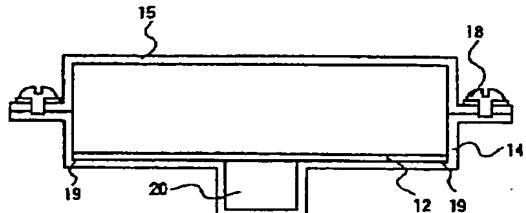
[図 1]

图 1



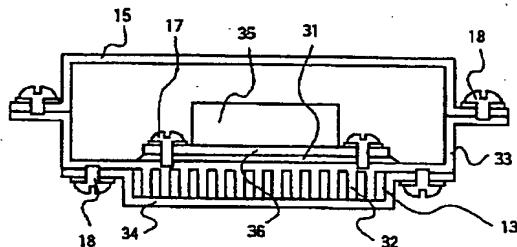
【図2】

四 2



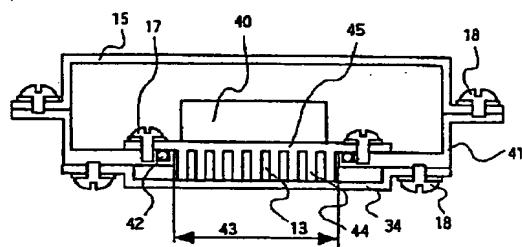
[図3]

図 3



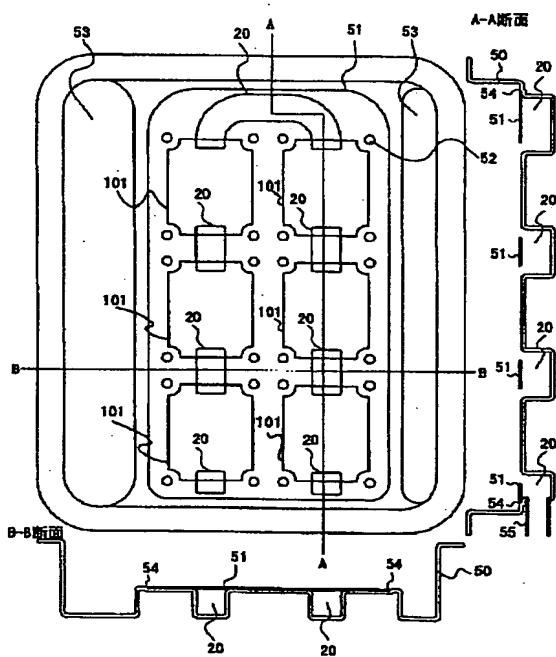
[図4]

4



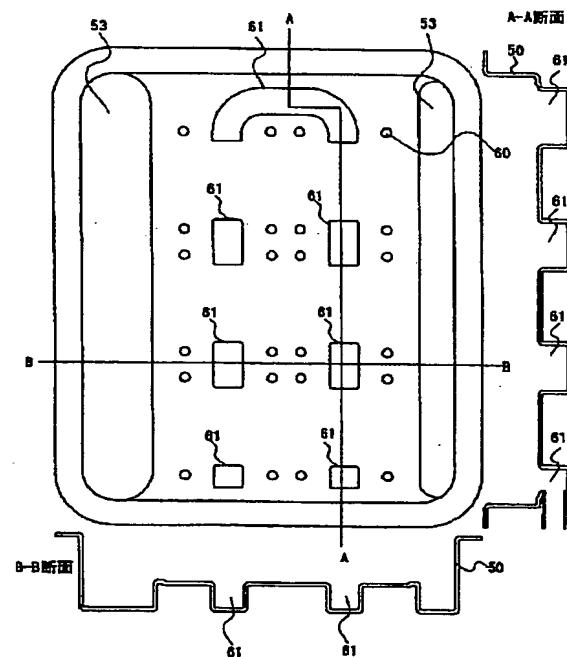
[図5]

图 5



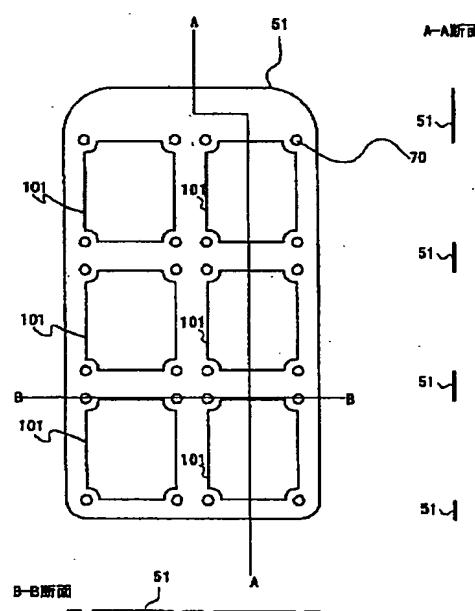
[图6]

6



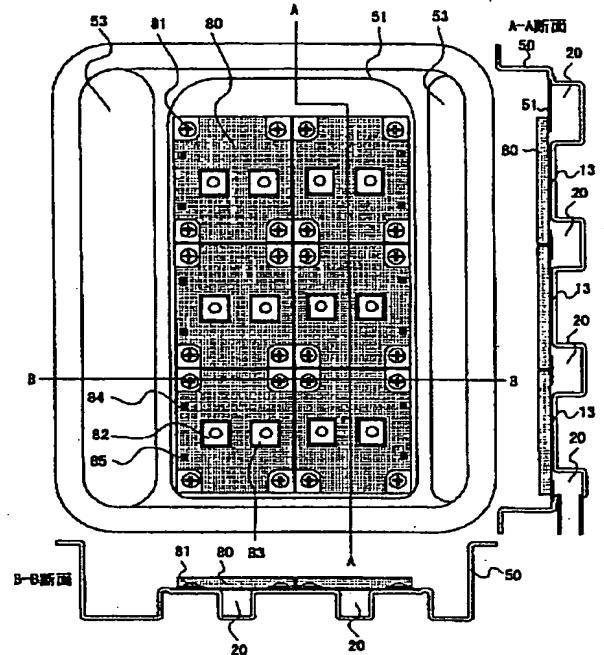
【図 7】

図 7



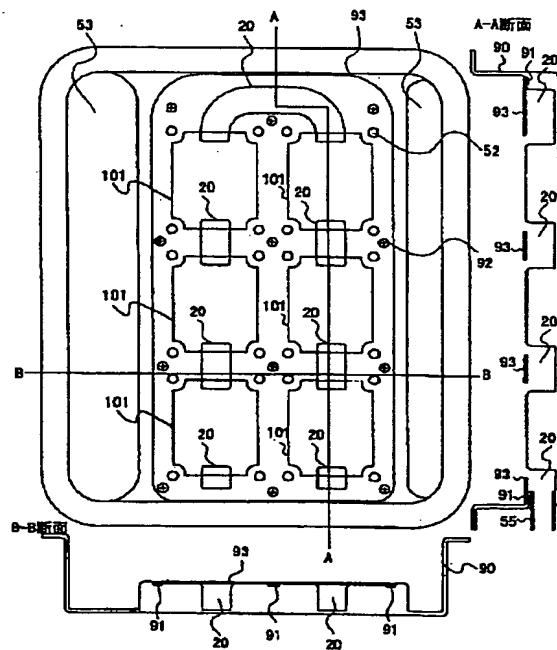
【図 8】

図 8



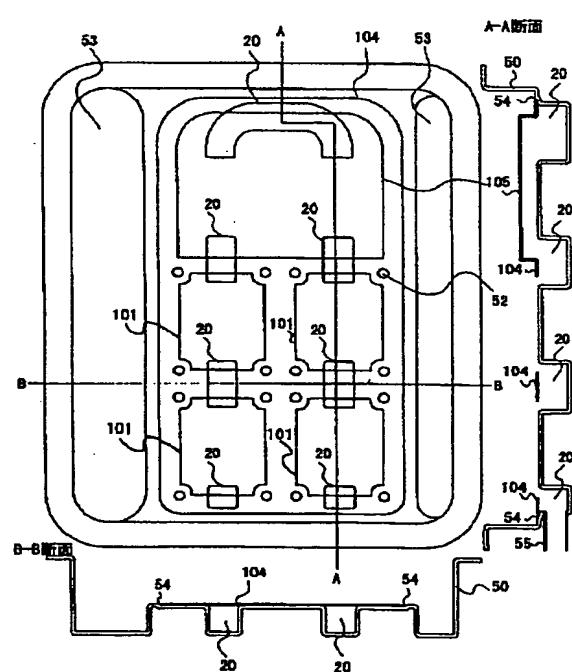
【図 9】

図 9



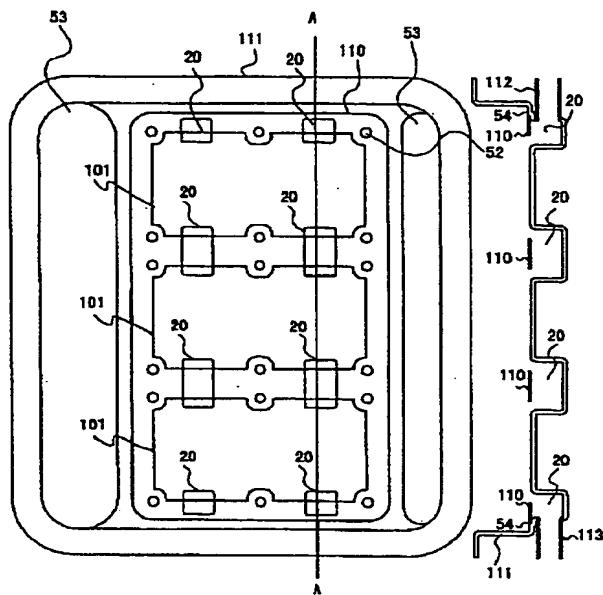
【図 10】

図 10



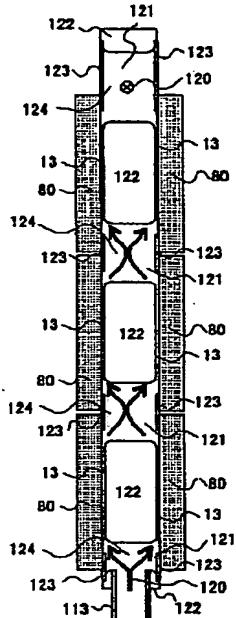
[図 11]

圖 11



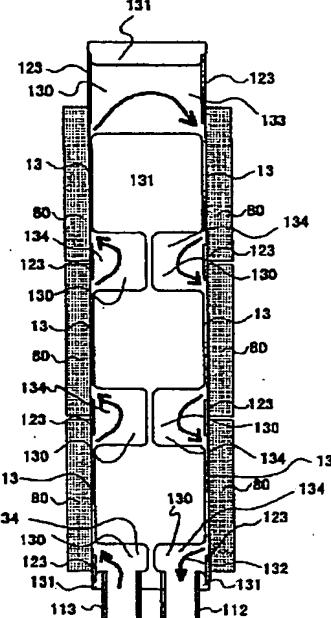
[图12]

12



【图13】

圖 13



## フロントページの続き

(72)発明者 斎藤 隆一

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

Fターム(参考) 5E322 AB01 AB02 AB06 DA04 EA10

EA11 FA01

(72) 発明者　岡村　久▲宣▼

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

5F036 AA01 BA05 BA24 BB41 BD01  
BD03 BF03  
5H007 AA00 AA06 BB00 BB06 CA01  
CC03 HA03 HA06

30